

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-48527

(43)公開日 平成10年(1998)2月20日

(51)Int.Cl.  
G 0 2 B 21/00  
26/08

識別記号 庁内整理番号

F I  
G 0 2 B 21/00  
26/08

技術表示箇所  
D

審査請求 未請求 請求項の数3 OL (全8頁)

(21)出願番号 特願平8-203586

(22)出願日 平成8年(1996)8月1日

(71)出願人 000000376

オリンパス光学工業株式会社  
東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号

(72)発明者 上野台 浅雄

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリ  
ンパス光学工業株式会社内

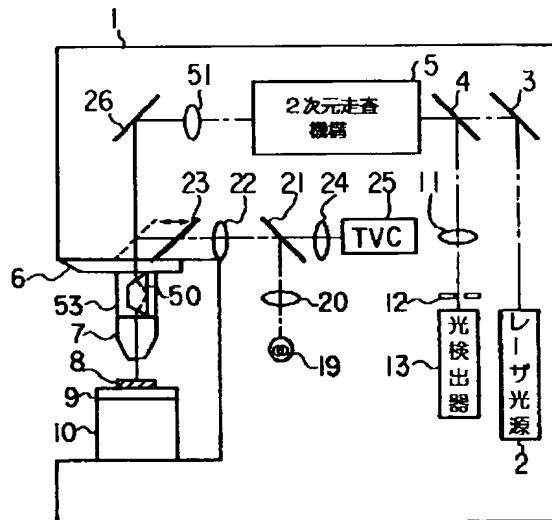
(74)代理人 弁理士 鈴江 武彦 (外4名)

(54)【発明の名称】 イメージローテータ装置及び走査型光学顕微鏡

(57)【要約】

【課題】スポット光の光軸とイメージローテータの回転中心軸のアライメントがズれている事により発生するスポット光の公転運動による対物レンズの瞳によるスポット光のケラレを無くすこと。

【解決手段】試料8に対して収束光を照射する対物光学系7と、試料8と収束光とを相対的に二次元方向へ移動走査する二次元走査手段5と、収束光で点状照明した試料からの光を受光してその受光強度に応じた検出信号を出力する光検出手段13と、対物光学系7の瞳位置付近に配置され試料8からの光を光軸を中心として回転させることのできるイメージローテータ50とを具備した走査型光学顕微鏡である。



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 試料からの光を所定倍率の対物光学系を通して画像入力のために光検出器上に結像させる光学装置に備えられ、前記光検出器上に結像した像の姿勢を調整するイメージローテータを前記対物光学系の瞳位置に近づけて配置した事を特徴とするイメージローテータ装置。

【請求項2】 試料に対して収束光を照射する対物光学系と、前記収束光と前記試料とを相対的に二次元方向へ移動走査する二次元走査手段と、前記収束光で点状照明した試料からの光を受光してその受光強度に応じた検出信号を出力する光検出手段と、前記対物光学系の瞳位置付近に配置され前記収束光の光軸を中心として回転させることのできるイメージローテータとを具備したことを特徴とする走査型光学顕微鏡。

【請求項3】 顕微鏡本体に設けられたレボルバにより光軸上に配置された対物レンズを介して試料に収束光を照射する対物光学系と、前記収束光と前記試料とを相対的に二次元方向へ移動走査する二次元走査手段と、前記収束光で点状照明した試料からの光を受光してその受光強度に応じた検出信号を出力する光検出手段と、前記レボルバと当該レボルバの取り付けられる顕微鏡筐体との間に配置され前記収束光の光軸を中心として回転させることのできるイメージローテータとを具備したことを特徴とする共焦点走査型光学顕微鏡。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、観察象の姿勢を所望の角度に調整するイメージローテータ装置及びイメージローテータ装置を備えた走査型光学顕微鏡に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 点状光源によって観察試料の表面を点状に照明し、この照明された試料表面からの透過又は反射光を再び点状に集光し、その集光位置にピンホール開口を有する検出器に結像させ、この検出器により結像の濃度情報を得る共焦点走査型光学顕微鏡がある。

【0003】 図6は一般的な共焦点走査型光学顕微鏡の概略構成図である。この共焦点走査型光学顕微鏡は、点状光源91から出射された点状光をハーフミラー92を通して後に収差補正のなされた対物レンズ93によって観察試料94の表面に点状に結像し、この点状照明された上記試料94からの反射光を再び対物レンズ93を通して後に上記ハーフミラー92で反射して所定位置に集光する。この集光位置にピンホール95を配置しており、このピンホール95を通過した上記反射光を光検出器96によって検出する。

【0004】 このような点状照明を観察試料94表面の測定領域全体にわたって行い、その反射光の光検出器96による検出信号をラスタ走査の如く二次元走査する事により、観察試料94の表面の二次元画像が得られるよ

2

うになっている。

【0005】 半導体製品の品質管理を行う分野では、共焦点走査型光学顕微鏡を半導体ウエハの表面を拡大観察するために使用する他、取得された観察像を撮像装置で画像化してから当該画像に対して所定の画像処理を施すことにより欠陥検査や回路パターンの線幅測定等を行なう為に使用する事がある。

【0006】 半導体製品等の欠陥検査や線幅測定等を行う場合、図7(a)に示すように線幅測定の対象となる観察像Gが水平線に対して角度θだけ傾いているとすれば、検査効率や測定精度を上げるために同図(b)に示すように画面上に表示した観察像Gの直線部を水平線に対して直角(又は水平)になるように姿勢を所望の角度に調整してから、検査、測定を実施するのが一般的である。

【0007】 そのような像の向き合わせを行うために、従来は半導体試料を保持しているウエハホルダを回転させたり、あるいはカメラ自身を光軸を中心に回転させたりしていた。

20 【0008】 ところで、ウエハホルダを回転させる方法では、半導体ウエハのオリフラを利用してウエハ上の観察したい所を視野中心に位置決めし、然る後、ウエハホルダを回転させて像の姿勢を所望の角度に調整している。しかし、ウエハホルダの回転中心と像の回転中心とが異なっていると、ウエハホルダを回転させたとき、像の姿勢は所望の角度となるが、像が観察視野の中心から動いてしまう。そのため、再度、見たい位置を視野中心に位置合わせをしなければならないという不都合がある。

30 【0009】 特開平5-297319号には、ウエハホルダ又はカメラ自身を回転させること無く観察像の姿勢を調整できるようにしたイメージローテータ装置を備えた光学装置が開示されている。

【0010】 図8に上記特開平5-297319号に開示された光学装置の構成を示している。この光学装置はステージ31上のウエハホルダ32に保持されたウエハSの像を対物レンズ33を通して取り込み、CCDカメラ34で映像信号に変換してコントロールユニット35を介してモニタ36に表示する。モニタ36に表示した観察像を所定の画像処理ソフトウェア37を使用して欠陥検査などを実行し、また線幅測定ソフトウェア38を使用して線幅の測定を画面上で行う。

40 【0011】 同図に示すように、対物レンズ33から取り込まれた観察像をCCDカメラ34まで導くための光路上に第1、第2のプリズム41、42を配置し、少なくとも一方のプリズム(同図には第2のプリズム42を駆動する場合が図示されている)を光軸を中心に回転自在に保持し、プリズム駆動部43で回転駆動するように構成している。このイメージローテータ装置は、第1のプリズム41で像を反転させ、第2のプリズム42で第

50

1のプリズム41で反転させた像をさらに反転させる。【0012】また、特開平4-278555号には、像回転光学系をリレーレンズ（結像レンズ）の手前に配置して像を回転させることで測定対象パターン像の輪郭線の一方向線との交叉角を所定の角度に修正できるようにした寸法測定装置が開示されている。

## 【0013】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記特開平5-297319号公報に記載された光学装置では、プリズム駆動部43にて回転駆動される第2のプリズム42の回転中心と光軸中心のアライメントを調整する為の調整機構が備えられていない。回転駆動されるプリズムの回転中心と光軸中心のアライメントが不十分なことによる不具合を図9及び図10を参照して説明する。

【0014】図9(a)は、プリズム駆動部にて回転駆動されるプリズム（イメージローテータ）50の回転中心と光軸中心とを一致させて観察試料Sの表面を点状照明した状態を示している。

【0015】図9(b)に示すように、イメージローテータ50の回転中心と光軸中心がずれている場合、イメージローテータ50の出射光からなるスポット光は、イメージローテータ50が回転すると、図10に示すように自転運動するだけではなく公転半径rの公転運動も起こしてしまう。

【0016】ここで、出射光の公転運動の公転半径rは、イメージローテータ50の回転中心軸とイメージローテータ50の出射光のなす角度をθ、イメージローテータ50の位置から対物レンズの瞳52の位置までの距離をxとすると、

$$r = x \tan \theta \quad \dots (1)$$

という関係式が成り立つ。すなわち、出射光の公転運動の公転半径rは、イメージローテータ50の位置から対物レンズの瞳52の位置までの距離x、及びイメージローテータ50の回転中心軸とイメージローテータ50の出射光のなす角度θのtanに比例する。

【0017】したがって、イメージローテータ50の出射光の公転運動の公転半径rが対物レンズの瞳径よりも大きくなってしまったら、図9(c)に示すように観察試料Sの表面を点状に照明する点状光源がプリズムの回転に伴って、対物レンズの瞳52から外れてしまうケラレが生じ、点状光源光量が減少して照明ムラが起ってしまうという問題が起きる。

【0018】通常、イメージローテータ50は、図9(a)に示すように結像レンズ51の後ろ側に固定されている。このため、イメージローテータ50の位置から対物レンズの瞳52の位置までの距離xが大きくなってしまい出射光の公転運動の公転半径rが大きくなってしまう問題があった。イメージローテータ50の回転中心軸とイメージローテータ50の出射光のなす角度θを小

10

さくするために、イメージローテータ50の回転機構の回転中心と点状光源軸のアライメントを高い精度で行なわなければならず組立コストの上昇を引き起す。

【0019】また、上記特開平4-278555号公報に記載された寸法測定装置では、上記問題のみならず、イメージローテータを結像レンズの後ろ側に配置しているので、イメージローテータには周辺光まで入射させなければならず必然的に光束が大きくなり大型のプリズムを使用せざるをえない。大型のプリズムを使用する事はコストアップに直結するだけでなくイメージローテータを回転させる為のモータの発生トルクも大きいものを使用しなければならなくなりさらなるコスト上昇を招く。また、イメージローテータの前後にコリレーションレンズ及び補正リレーレンズ等の余分なリレーレンズを配置しなければならないといった問題もあった。

【0020】本発明は、以上のような実情に鑑みてなされたもので、イメージローテータの回転中心と照明スポット光の光軸とのアライメントに誤差が含まれていたとしても、イメージローテータを回転した際の対物レンズの瞳によるケラレを無くし、照明ムラが無く、しかもイメージローテータを容易に小型ユニット化できてコスト低減を図り得るイメージローテータ装置及び走査型光学顕微鏡を提供することを目的とする。

## 【0021】

【課題を解決するための手段】本発明は、試料からの光を所定倍率の対物光学系を通して画像入力のために光検出器上に結像させる光学装置に備えられ、前記光検出器上に結像した像の姿勢を調整するイメージローテータを前記対物光学系の瞳位置に近づけて配置した事を特徴とするイメージローテータ装置である。

30

【0022】本発明によれば、イメージローテータ装置は点状光源軸とイメージローテータの回転中心がずれていても、イメージローテータの位置から対物光学系の瞳の位置までの距離xが小さくなっているので、イメージローテータからの出射光の公転運動の公転半径rが小さくなる作用がある。その結果、対物光学系の瞳によるケラレを無くすことが可能となり均一な照明ができる。

40

【0023】また、対物光学系の瞳位置近傍では光束が小さいのでイメージローテータ自体の寸法が小さくなるので、イメージローテータの大型化によるコストアップを防止できる。

50

【0024】本発明の走査型光学顕微鏡は、試料に対して収束光を照射する対物光学系と、前記収束光と前記試料とを相対的に二次元方向へ移動走査する二次元走査手段と、前記収束光で点状照明した試料からの光を受光してその受光強度に応じた検出信号を出力する光検出手段と、前記対物光学系の瞳位置付近に配置され前記収束光の光軸を中心として回転させることのできるイメージローテータとを具備する。対物光学系の瞳位置付近にイメージローテータを配置したことにより、収束光の光軸と

イメージローテータの回転中心がずれっていても、イメージローテータの位置から対物光学系の瞳の位置までの距離 $x$ が非常に小さくなっているので、イメージローテータからの出射光の公転運動の公転半径 $r$ が小さくなり、対物光学系の瞳によるケラレを無くすことが可能となり均一な照明ができる。

【0025】本発明の走査型光学顕微鏡は、顕微鏡本体に設けられたレボルバにより光軸上に配置された対物レンズを介して試料に収束光を照射する対物光学系と、前記収束光と前記試料とを相対的に二次元方向へ移動走査する二次元走査手段と、前記収束光で点状照明した試料からの光を受光してその受光強度に応じた検出信号を出力する光検出手段と、前記レボルバと当該レボルバの取り付けられる顕微鏡筐体との間に配置され前記収束光の光軸を中心として回転させることのできるイメージローテータとを具備する。

【0026】本発明によれば、イメージローテータをレボルバと顕微鏡筐体との間の光路上に配置したので、イメージローテータの回転中心と収束光の光軸とのアライメントが狂っている時でも、イメージローテータの回転により発生する照明スポット光の光軸の公転運動による対物レンズの瞳のケラレを無くすことができる。さらに、レボルバにより交換される複数の対物レンズに対して単一のイメージローテータで対処することができる。

#### 【0027】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について説明する。

(第1の実施の形態) 第1の実施の形態は、イメージローテータを対物レンズに取り付けた共焦点走査型光学顕微鏡の例である。図1は第1の実施の形態に係わる共焦点走査型光学顕微鏡のシステム構成を示している。顕微鏡本体1の内部に設けられたレーザ光源2より発したスポット光としてのレーザ光をミラー3で全反射してハーフミラー4を透過させてから2次元走査機構5に入射している。2次元走査機構5は、例えばX軸方向走査用のガルバノミラーとY軸方向走査用のガルバノミラーとを有しており、2つのガルバノミラーをX軸方向、Y軸方向に振ることでスポット光をラスター走査と同様にXY走査ができる。2次元走査機構5により走査されたスポット光を、結像レンズ51を通してから反射ミラー26に入射して対物レンズ側へ偏向させる。そして、顕微鏡本体1に取り付けられたレボルバ6で光軸上に配置されている対物レンズ7より試料8に点状に照射する。試料8は微動ステージ9上に載置されている。点状照明された試料8からの反射光を対物レンズ7から取り込んで2次元走査機構5及びハーフミラー4を介して結像レンズ51へ入射し、集光レンズ51の集光位置に配置したピンホール12を介して光検出器13で検出する。また、顕微鏡本体1の内部に設けられたランプ光源19からの照明光をコリメータレンズ20で平行光束に

変換してからハーフミラー21で反射させて集光レンズ22へ伝送している。顕微鏡本体1とレボルバ6の取付面との間の光路上に可動ミラー23が挿脱自在に設けられていて、光路上に配置した可動ミラー23にランプ光源19からの照明光を入射することにより試料を照明する。ランプ光源19からの照明光により照明された試料像はハーフミラー21を透過してテレビカメラ25で撮像できるようにしている。

【0028】レボルバ6は、倍率の異なる複数の対物レンズ7を同時に保持して、回転することにより選択的に一つの対物レンズを光軸上に配置するものである。この実施の形態では各々の対物レンズにイメージローテータ50を取り付けていて、イメージローテータ駆動部53によりイメージローテータ50を回転駆動することにより回転させることができるようにしている。対物レンズ7の瞳52の近傍に回転中心を光軸とほぼ一致させるようにしてイメージローテータ50を配置している。イメージローテータ駆動部53は、手動または例えばリング式の超音波モータを使用することができる。

【0029】図2(a)に示すように、対物レンズ7の瞳52の近傍に回転中心を光軸とほぼ一致させるようにしてイメージローテータ50を配置することにより、イメージローテータ50と対物レンズ瞳52との間の距離 $x$ が非常に小さくなるので、図2(b)に示すように光軸とイメージローテータ50の回転中心との間にずれ量 $\theta$ 1が生じていても、同図(a)に示すようにスポット光の公転半径 $r$ を非常に小さく抑えることができる。このことは、イメージローテータ50の回転に伴うスポット光の公転による対物レンズの瞳52によるケラレが生じる可能性を大幅に低減できて照明ムラがなくなることを意味する。

【0030】また、イメージローテータ50と結像レンズ51との関係では、イメージローテータ50を結像レンズ51の後ろ側に配置するのではなく、対物レンズ7の瞳52の近傍に配置するので、図3に示すようにイメージローテータ50の寸法が必然的に小さなものとなる。図3に示すようにイメージローテータ50を配置した場合と、図9(a)に示すように配置した場合とでは、イメージローテータ50は図3に示すように配置した場合のほうが体積比で1/8以下となる。

【0031】このような実施の形態によれば、イメージローテータ50を対物レンズ7の瞳52の近傍にその回転軸が光軸とほぼ一致するように配置したので、光軸とイメージローテータ50の回転中心との間にずれ量 $\theta$ 1が生じていても、スポット光の公転半径 $r$ を非常に小さく抑えられ対物レンズの瞳52によるケラレを防げるこから照明ムラを無くし精度の高い測定が可能となる。

【0032】また、イメージローテータ50を小形化することができ、発生トルクの低いモータでの駆動が可能になる等、装置全体としての小形化とコストダウンを図

ることができる。

【0033】(第2の実施の形態) 第2の実施の形態は、イメージローテータをレボルバと顕微鏡本体の間に配置してイメージローテータに関する部品の削減を図った例である。なお、基本的に共焦点走査型光学顕微鏡に係る部分の構成は、第1の実施の形態と同様であるので同一部分には同一符号を使用する。

【0034】図4に第2の実施の形態に係る共焦点走査型光学顕微鏡の構成が示されている。イメージローテータ50'を顕微鏡本体1とレボルバ6の取付面との間の光路上に配置し、このイメージローテータ50'をイメージローテータ駆動部53'により回転駆動するように構成している。

【0035】この実施の形態によれば、レボルバ6に取り付けられる対物レンズ7の数に関係なく共焦点走査型光学顕微鏡にイメージローテータ50'及びイメージローテータ駆動部53'を1台装着すればよい。しかも、イメージローテータ50'と対物レンズ7の瞳52との間の位置xが小さいためにスポット光の公転半径rは小さくなり、イメージローテータ50'の回転によるスポット光の公転による対物レンズ7の瞳52によるケラレが無くなり照明ムラがなくなる。

【0036】なお、イメージローテータ50又は50'を構成するプリズムは台形プリズムに限定されるものではない。例えば、図5(a)に示すようなツインプリズム型のプリズムを用いたイメージローテータ、又は同図(b)に示すようなPechanプリズムを用いたイメージローテータ等、種々の像回転光学系を使用しても同様の作用効果を奏することができる。

【0037】本発明のイメージローテータ装置は共焦点走査型光学顕微鏡に備える場合に限定されるものではなく、上記した特開平4-278555号公報に記載された寸法測定装置、特開平5-297319号公報に記載された光学装置等の他の光学装置にも同様に適用することができる。

【0038】以上、実施の形態に基づいて説明したが、本発明は以下の発明を含む。試料に対して収束光を照射する対物光学系と、上記収束光と上記試料とを相対的に二次元方向へ移動走査する二次元走査手段と、上記対物光学系の焦点位置とを相対的に光軸方向へ移動走査する光軸走査手段と、上記収束光の光軸を中心として回転自在にするイメージローテータと、上記収束光の上記試料による反射光を受光してその受光強度に応じた検出信号を出力する光検出手段とを備えた共焦点走査型光学顕微

鏡において、前記イメージローテータを対物レンズとレボルバとの間に配置したことを特徴とする共焦点走査型光学顕微鏡である。また、共焦点走査型光学顕微鏡に限らず他の走査型顕微鏡にも同様に適用できる。

【0039】

【発明の効果】以上詳記したように本発明によれば、スポット光の光軸とイメージローテータの回転中心軸のアライメントがズレている事により発生するスポット光の公転運動による対物レンズの瞳によるスポット光のケラレを無くすことができ、照明ムラをなくすことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1の実施の形態に係る共焦点型光学顕微鏡の全体構成図である。

【図2】第1の実施の形態における対物レンズ瞳とイメージローテータとの距離及びスポット光の公転半径rを示す図である。

【図3】第1の実施の形態におけるイメージローテータの配置位置を結像レンズを基準に説明した図である。

【図4】第2の実施の形態に係る共焦点型光学顕微鏡の全体構成図である。

【図5】イメージローテータを構成するプリズムの変形例を示す図である。

【図6】共焦点型光学顕微鏡の光学系の原理図である。

【図7】共焦点型光学顕微鏡の観察像の傾き調整前後の画面を示す図である。

【図8】イメージローテータ装置を備えた光学装置の構成図である。

【図9】光軸とイメージローテータの回転軸とのずれ量による対物レンズ瞳でのケラレの発生を説明するための図である。

【図10】スポット光の公転軌道と対物レンズ瞳との関係を示す平面図である。

【符号の説明】

1…顕微鏡本体

2…レーザ光源

5…2次元走査機構

6…レボルバ

7…対物レンズ

8…試料

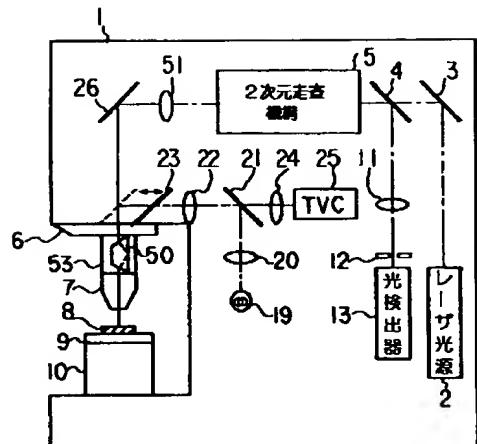
40 50…イメージローテータ

51…結像レンズ

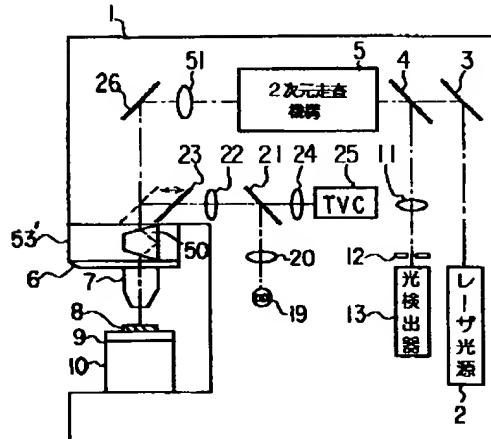
52…対物レンズ瞳

53…イメージローテータ駆動部

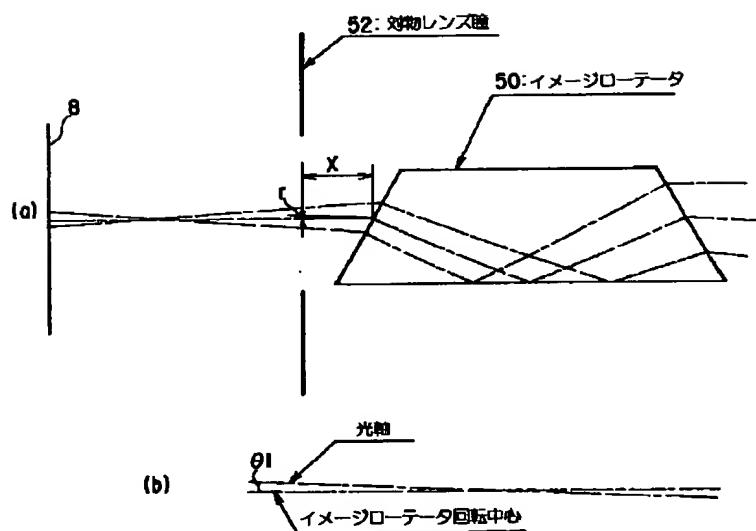
【図1】



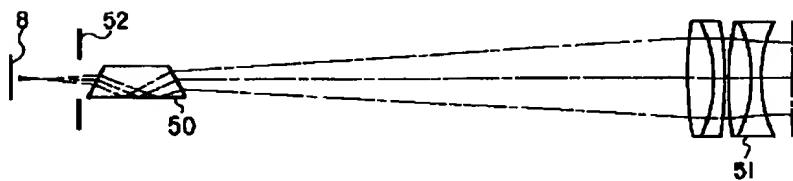
【図4】



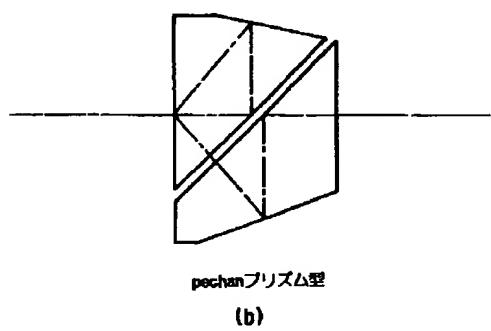
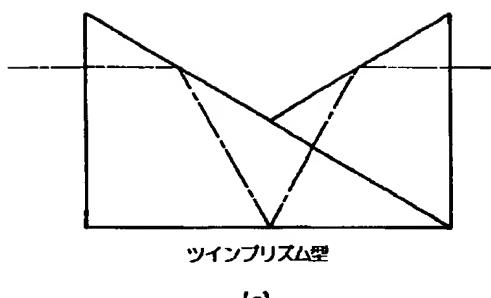
【图2】



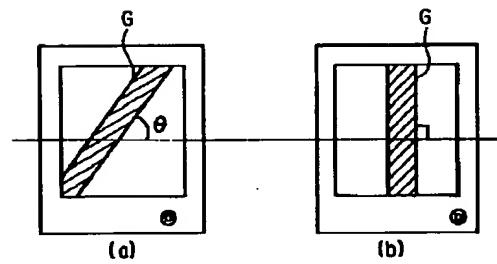
〔图3〕



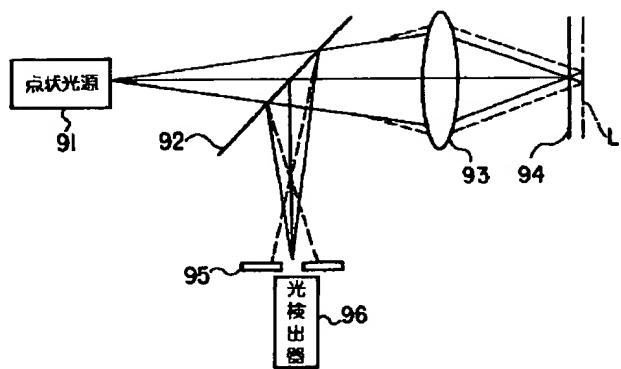
【図5】



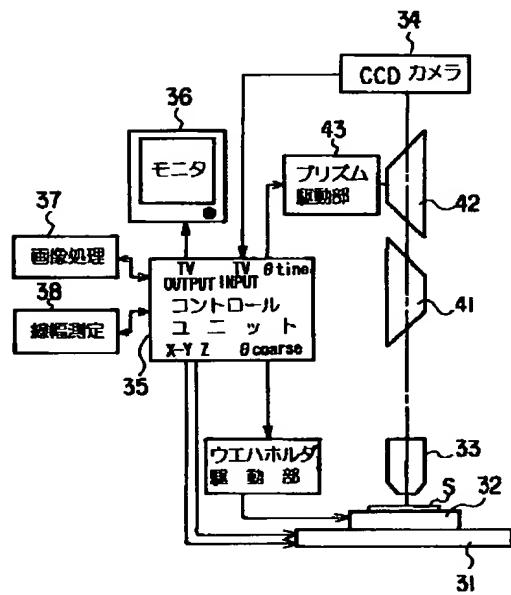
【図7】



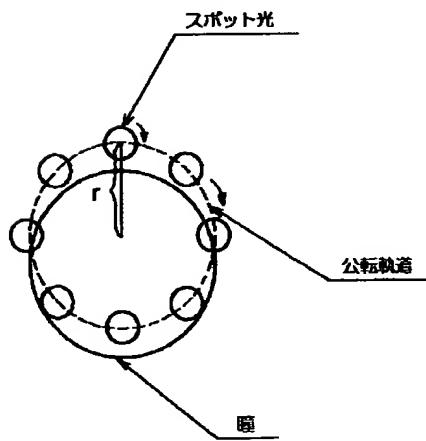
【図6】



【図8】



【図10】



【図9】

